



Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 23.III.1963 (P 101 118)

Pierwszeństwo: 28.III.1962 Niemiecka
Republika
Federalna

Opublikowano: 15.IV.1966

Kl. 12 g, 2/01

MKP B 01 j 4/00



Twórca wynalazku
i
właściciel patentu: Jan Sellin, Monthey (Szwajcaria)

Piec rurowy do bezpośredniego ogrzewania gazów lub cieczy

1

Wynalazek dotyczy pieców rurowych do bezpośredniego ogrzewania gazów lub cieczy, a w szczególności takich pieców, w których media przesyłane przez ich system rurowy, przy stosunkowo krótkich czasach przebywania są poddawane bardzo wysokim temperaturom.

Stosowane dotychczas piece rurowe są zaopatrzone w proste rury, które w komorze paleniskowej pieca są rozmieszczone w postaci registrzów, spirali lub wiązek. Wiadome jest, że w celu polepszenia przenoszenia ciepła lub w celu przyspieszenia względnie zwolnienia reakcji chemicznych, rury zaopatruje się — zależnie od potrzeb — w występy, kształtki wypełniające względnie napelnia się je katalizatorami.

W tego rodzaju systemach rurowych o prostych rurach, umieszcza się je najlepiej pionowo w komorze pieca i zamocowuje u góry i na dole.

Jednak w przypadku stosowania rur na przykład w kształcie litery U lub rur podobnie ukształtowanych nie zawsze można uniknąć umieszczenia ich wlotów i wylotów w komorze pieca w określonej od siebie odległości. Ze względu na rozszerzalność cieplną rury takie muszą pracować w trudnych warunkach, którym niełatwo jest sprostać. Zachodzą przy tym nie tylko skrzywienia, a niekiedy nawet zniszczenia samych rur, lecz szczególnie trudnym problemem jest również uszczelnienie miejsc ich wlotu względnie wylotu w komorze paleniskowej. W tych

2

5 miejscach zachodzą na skutek zmian długości rur wywołanych rozszerzalnością cieplną stałe ruchy pomiędzy obmurowaniem pieca a rurami.

Te trudności próbowano zmniejszyć przez stosowanie do wyrobu rur stali stopowych o wysokiej zawartości niklu, przez co znacznie wzrastała ich wytrzymałość w wysokich temperaturach, jednakże problem uszczelnienia w miejscach wlotu i wylotu komory paleniskowej nie dawał się całkowicie usunąć. Obok znacznego kosztu stale stopowe o wysokiej zawartości niklu wykazują tę zasadniczą wadę, że znacznie zmniejszają przenikanie promieniowania, przez co oczywiście sprawność pieców zaopatrzonych w tego rodzaju rury silnie maleje. Również wskutek domieszki niklu w niektórych procesach przejawia się działanie katalityczne składników niklu, które jest nadzwyczaj niepożądane. Prócz tego stopowe stale niklowe są bardzo wrażliwe na obecność siarki lub innych zanieczyszczeń, znajdujących się w gazach spalinowych lub w medium reakcyjnym. Należy więc stosować szczególnie czyste, a może i drogie paliwa.

25 Aby uniknąć naprężeń wywołanych rozszerzalnością cieplną i osiągnąć inne korzyści, stosuje się znane już z konstrukcji wymienników ciepła rury przeciwprądowe, to znaczy podwójne rury wchodzące jedna w drugą. Rury te są zamocowane w pokrywie pieca i zwisają wolnymi końcami w komorze paleniskowej ku dołowi. Naj-

lepiej jest, gdy każda rura przeciwprądowa może być przy tym wymontowywana do góry i wyciągnięta z pieca. Dzięki takiej konstrukcji rury mogą się swobodnie rozszerzać ku dołowi, a na skutek umieszczenia kołnierzy służących do łączenia rur przeciwprądowych z przewodami doprowadzającymi i odprowadzającymi poza gorącą strefę pieca, można z łatwością opanować naprężenia spowodowane na tych złączach warunkami temperaturowymi.

Okazało się jednak, że również w ostatnio opisanym typie pieców występują znane wady, wywołane zwłaszcza tym, że rury poddane są siłom rozciągającym, spowodowanym ich ciężarem własnym, ciężarem najczęściej stosowanego katalizatora i ciśnieniem medium reakcyjnego. Z tego względu ściany rury ulegają osłabieniu w miejscach poddanych działaniu największych sił, a więc w pobliżu miejsca zawieszenia rur. Wiąże się z tym zwiększona przepuszczalność dla gazów w tych miejscach. Te niekorzystne zmiany są przyspieszone w piecach o znanej konstrukcji jeszcze tym, że ogrzewanie następuje w nich od góry, to znaczy że miejsce o najwyższej temperaturze znajduje się w pobliżu miejsc, na które w rurach działają największe siły rozciągające. Oczywiście można te niekorzystne zjawiska zmniejszyć w pewnej mierze, lub ograniczyć je do średniego względnie wysokiego zakresu temperatur, o ile zastosuje się do rur przeciwprądowych stale żaroodporne, a w szczególności stale stopowe o wysokiej zawartości niklu, przy czym jednak w tym przypadku należy się pogodzić z omawianymi wyżej brakami.

Oslabienie przekrojów poprzecznych rur wiszących jest oczywiście wtedy szczególnie ważne, jeżeli ze względów technologicznych piece są często włączane i wyłączane, ponieważ ze względu na zmienne obciążenia rur osłabienie ich ścianek w miejscach najsilniejszych naprężeń jest znacznie przyspieszane.

W praktyce okazało się, że wyżej opisane piece wyposażone w rury przeciwprądowe zawieszane swobodnie w komorze paleniskowej od góry, przy stosowaniu rur z normalnej stali, mogą z przytoczonych powodów być stosowane najwyższej do temperatury około 1000°C. Nawet stosując rury ze stali szlachetnych można było przy pracy ciągłej tylko nieznacznie przekraczać temperaturę 1200°C.

Jednakże dla niektórych procesów jest pożądana możliwość stosowania tego rodzaju pieców również przy znacznie wyższych temperaturach, mianowicie przy temperaturze około 1400°C, przy stosunkowo krótkich czasach przebywania mediów reakcyjnych w rurach.

Według wynalazku rury przeciwprądowe o znanej w zasadzie konstrukcji zamocowuje się tylko przy ich dolnych końcach. Górne końce tych rur wystają swobodnie do wnętrza komory paleniskowej. Dzięki temu osiąga się tę zasadniczą korzyść, że wykorzystuje się wytrzymałość na ściskanie materiału rury, która to wytrzymałość jest przy wysokich temperaturach najczęściej większa niż wytrzymałość na rozciąganie. Rury nie po-

delegają bowiem przy takiej konstrukcji siłom ciągnącym, lecz narażone są na działanie ciśnienia. Do tego dochodzi jeszcze również to, że w przypadku rur napełnionych katalizatorem napełnienie nie powoduje już obciążenia ścianek rury, a ponadto ciśnienie we wnętrzu rur przeciwprądowych przeciwdziała częściowo naciskowi spowodowanemu ich własnym ciężarem, zamiast wywoływać dodatkowe obciążenia jak w przypadku rur zawieszonych w znanych rodzajach pieców.

Szczególnie korzystne jest oczywiście stosowanie rur z takiego materiału, który w danych warunkach ruchowych posiada znacznie wyższą wytrzymałość na ściskanie niż wytrzymałość na rozzerwanie. Szczególnie korzystne są rury wykonane z materiałów ceramicznych lub szklistych, a zwłaszcza z kwarcu, który przy wytrzymałości na rozzerwanie wymaganej co najmniej 700 kg/cm² posiada wytrzymałość na ściskanie około 2300 kg/cm².

Zastosowanie na przykład rur kwarcowych jest szczególnie korzystne również z tego względu, że przepuszczają one promieniowanie ultrafioletowe i wiele innych rodzajów promieni pochłanianych przez stal, które ze względu na ich znane działanie katalityczne wpływają dodatnio na przebiegającą wewnątrz rury reakcję i mogą zmniejszyć nakład energii. Zastosowanie tego rodzaju materiałów do budowy rur przeciwprądowych w dotychczas znanych konstrukcjach pieców, mających rury wiszące było w zasadzie niemożliwe z powodu ich małej wytrzymałości w wyższych temperaturach.

Lepsze wykorzystanie energii promieniowania i związany z tym wzrost zdolności przenoszenia ciepła, zapewnia dalej skrócenie czasu przebywania mediów reakcyjnych w rurach, co przy dużej liczbie wchodzących w rachubę procesów pomaga znacznie zahamować niepożądane reakcje uboczne. W licznych przypadkach jest również bardzo korzystna możliwość szybkiego ogrzewania medium reakcyjnego, na przykład dla uniknięcia tworzenia się osadów węglowych przed właściwie intensywnie ogrzaną i ewentualnie wypełnioną katalizatorem przestrzenią reakcyjną.

Umieszczenie rur przeciwprądowych według wynalazku w pozycji stojącej daje też dalszą korzyść, że w wierzchołku rury, w którym następuje zmiana kierunku przepływu medium unika się niebezpieczeństwa zatkania rury z powodu osadzania na przykład tworzącej się sadzy lub rozpylonego katalizatora. Zatkania takie zachodziły często we wnętrzu znanych wiszących rur przeciwprądowych. Osadzaniu się osadów we wnętrzu wierzchołka rury zamontowanej według wynalazku przeciwdziałała stale siła ciężkości.

Dzięki temu, że połączenia poszczególnych rur przeciwprądowych są według wynalazku umieszczone pod piecem, skonstruowany według wynalazku piec nadaje się do ustawienia na wolnym powietrzu, ponieważ łączy się od góry do brzo chronione przed wpływami atmosferycznymi. Prócz tego dla wymiany poszczególnych jednostek rur przeciwprądowych nie jest już wymagane stosowanie dźwigni ponad piecem. Przy

ustawieniu pieców wewnątrz zamkniętych budynków, budynki te mogą być więc odpowiednio niższe, o ile poniżej pieca zastosuje się odpowiedni dół w celu wyciągania poszczególnych rur przeciwprądowych.

Korzystne jest również to, że pokrywa pieca jest bardzo mocna i szczelna, ponieważ ze względu na sposób zamontowania rur według wynalazku nie posiada ona żadnych otworów dla rur i ewentualnie również palników. Dzięki temu łatwo unika się nieszczelności, które zwykle powodują niepożądane działanie kominowe z powodu naturalnego unoszenia ciepła ku górze wewnątrz pieca.

Bardzo wskazane jest prowadzenie strumienia gazu grzejnego w kierunku od wolnego końca rury przeciwprądowej do jej umocowanego końca. Dzięki temu miejsca rury obciążone najsilniej z powodu własnego ciężaru rur nie są równocześnie miejscami wystawionymi na działanie najwyższych temperatur.

Szczególnie korzystne jest przy tym zainstalowanie pomiędzy główną komorą paleniskową, a wylotem gazów spalinowych ognioodpornej ścianki działowej mającej takie otwory, że pomiędzy każdą rurą przeciwprądową a ścianką działową znajduje się pierścieniowy otwór umożliwiający przejście gazów spalinowych do miejsca ich wylotu. Gazy grzejne są dzięki temu zmuszone do przepływu współśrodkowo względem poszczególnych rur przeciwprądowych, opłukują je one równomiernie ze wszystkich stron, przez co intensywność w przenoszeniu ciepła ulega dalszemu polepszeniu.

Rury przeciwprądowe są zawieszone mniej więcej równomiernie na całym przekroju pieca, przy czym komora paleniskowa jest ogrzewana cyklonowo palnikami zamontowanymi stycznie do jej ścian przed wolnymi końcami rur przeciwprądowych. Zastosowanie tego rodzaju komory paleniskowej, w połączeniu z współśrodkowym w stosunku do każdej rury przeciwprądowej odprowadzaniem gazów spalinowych, osiągniętym przez zastosowanie ścianki działowej w pobliżu miejsc zamocowania rur przeciwprądowych, umożliwia osiągnięcie nadzwyczaj równomiernego ogrzewania każdej z tych rur, ponieważ dzięki cyklonowemu ogrzewaniu komory paleniskowej znajdującej się przed rurami w komorze tej powstaje bardzo równomierna strefa płomieniowa, a z tego względu rury przeciwprądowe opłukiwane są przez gazy grzejne ze wszystkich stron bardzo równomiernie poczynając od wolnych końców aż do końców zamocowanych.

Przez równomierne rozdzielenie rur na całym przekroju poprzecznym pieca, daje się uzyskać przy takiej samej objętości pieca znaczne podwyższenie jego zdolności przerobowej.

Opisany wyżej system prowadzenia gazu grzejnego można oczywiście zastosować również w znanych piecach mających zawieszone rury przeciwprądowe w znanych już konstrukcjach. System ten jednak wraz z układem rur stojących według wynalazku jest szczególnie korzystny, ponieważ w tym przypadku komora paleniskowa jest

umieszczona powyżej wolnych końców rur przeciwprądowych i unika się przy tym w znacznym stopniu spryskiwania ścianek rury kropelkami paliwa, co przy ogrzewaniu od dołu zachodzi znacznie łatwiej i wywołuje nadzwyczaj niekorzystne zjawisko korozji rur. Prócz tego w przypadku prowadzenia gazów grzejnych od góry do dołu tworzące się w małej ilości cząstki popiołu z paliwa są znacznie lepiej wyprowadzane z gazami spalinowymi, aniżeli w przypadku strumienia gazu grzejnego kierowanego od dołu do góry.

Przy zachodzącym od góry ogrzewaniu powierzchnie czołowe stosowanych według wynalazku rur stojących są szczególnie narażone na opryskiwanie paliwem i osadzanie się na nich popiołu.

Powierzchnie te są przeciw temu chronione przez nasadzenie zasadniczo łatwo wymiennych pokryw, które prócz tego są jednocześnie ukształtowane jako powierzchnie kierujące gazy. O ile do budowy tych pokryw stosuje się odpowiednio dobrane materiały ognioodporne, mogą one równocześnie spełniać funkcje izolacji termicznej dla najsilniej narażonych na promieniowanie górnych końców rur.

Konstrukcja pieca według wynalazku uwidoczniiona jest na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój pionowy prostej odmiany konstrukcyjnej pieca rurowego według wynalazku z zainstalowaną tylko jedną rurą przeciwprądową; fig. 2 — przekrój pionowy pieca z równomiernie na całym przekroju poprzecznym rozmieszczonymi rurami przeciwprądowymi, oraz fig. 3 — przekrój pieca według fig. 2 płaszczyzną wzdłuż linii A — A.

W piecu rurowym według fig. 1, ściany 1, dno 2 i pokrywa pieca 3 są wykonane w znany sposób z materiału ognioodpornego. W otwór dna 2 jest od dołu wprowadzona współśrodkowa rura przeciwprądowa 4 i w odpowiedni sposób umocowana w sposób łatwo wymienny. Ogrzewanie pieca odbywa się za pomocą palnika 5, umieszczonego współśrodkowo w pokrywie 3, a gazy spalinowe są odprowadzane przez króciec odprowadzający 6.

Pomiędzy właściwą komorą paleniskową a wylotem gazów spalinowych w pobliżu końca umocowania pojedynczej rury przeciwprądowej 4 wmontowana jest ognioodporna ścianka działowa 7, w której jest wykonany otwór o takiej wielkości, że pomiędzy ścianką działową 7 a pojedynczą rurą przeciwprądową 4 tworzy się otwór w kształcie pierścienia 8. Na zewnątrz komory grzejnej pieca znajdują się kołnierze łączące 9 i 10 służące do załączania rury 4 do przewodów doprowadzających i odprowadzających. Medium reakcyjne jest doprowadzane w zależności od prowadzonego w danym przypadku procesu, bądź to przez rurę wewnętrzną, a odprowadzane rurą zewnętrzną, bądź też przeciwnie, doprowadzane rurą zewnętrzną, a odprowadzane przez rurę wewnętrzną. Zarówno wewnątrz rury wewnętrznej, jak i pierścieniowego kształtu przestrzeni między tą rurą a rurą zewnętrzną jest wypełniona katalizatorem.

Na fig. 1 pokazano tego rodzaju wypełnienie 13 jedynie w przestrzeni pierścieniowej pomiędzy rurą wewnętrzną i zewnętrzną.

Na górny koniec rury przeciwprądowej 4 nasadzony jest kołpak ochronny 11 z materiału ognioodpornego i zabezpieczony kołkiem 12, zamocowanym do rury 4 i wprowadzonym w odpowiedni otwór kołpaka 11.

Ten kołpak ochronny chroni rurę przeciwprądową 4 zarówno przed zbyt silnym promieniowaniem cieplnym, jak również przed opryskaniem kropelkami paliwa względnie osadzaniem się popiołu.

Konstrukcja pieca według fig. 2 i 3 odpowiada w zasadzie konstrukcji według fig. 1, jedynie umieszczona jest w nim większa liczba rur przeciwprądowych 4 rozmieszczonych mniej więcej równomiernie na całym przekroju poprzecznym tego pieca. Powyżej wolnych końców tych pojedynczych rur przeciwprądowych znajduje się komora płomieniowa 14 ogrzewana cyklonowo przez wchodzący z boku stycznie palnik 5. Ścianka dzieląca 7 wmontowana w pobliżu dolnych końców rur przeciwprądowych pomiędzy właściwą komorą grzejną i obu króćcami wylotowymi gazów spalinowych 6, jest tak samo jak w piecu według fig. 1 zaopatrzona w otwory o takiej wielkości, że pomiędzy każdą poszczególną rurą przeciwprądową a tą ścianką działową istnieje pierścieniowy otwór 8 dla wylotu gazów spalinowych lub gazów grzejnych. Dzięki cyklonowemu ogrzewaniu górnej komory ogniowej 14 jest ona nagrzewana bardzo równomiernie, a gazy grzejne opływają poszczególne rury przeciwprądowe na ich całej długości w sposób równomierny, na co już powyżej zwrócono uwagę.

Przy stosowaniu długich rur przeciwprądowych celowe jest umieszczenie poprzecznego rusztu w pobliżu ich górnego końca, w którym są umieszczone umocowania dopasowane do średnicy i rozmieszczenia rur przeciwprądowych. W umocowania te wsuwa się rury od dołu. Ruszt taki zapobiega bocznym skrzywieniom rur.

Na fig. 2 uwidoczniło, że przez pokrywę pieca 3 nie przeprowadzono żadnych przewodów, tak że może być ona wykonana szczelnie w szczególnie prosty sposób dzięki temu można w znacznym stopniu uniknąć strat kominowych występujących przy nieszczelnościach. Oczywiście można w środku pokrywy pieca wmontować korek zabezpieczający przed eksplozją, który w przypadku wybuchu jest wyrzucany w górę, przez co ogranicza się narażenie na niebezpieczeństwo personelu obsługującego. W przypadku znanych dotychczas typów pieców umieszczenie w tym miejscu, to jest na pokrywie pieca, korka zabezpieczającego było niemożliwie z powodu umocowanych tam rur i palnika.

Dzięki zainstalowaniu palnika z boku stycznie do ścian pieca jest on również znacznie lepiej dostępny niż przy układzie pionowym, w którym palnik jest wprowadzony od góry przez pokrywę pieca. W konstrukcji według wynalazku palnik może być w razie potrzeby znacznie łatwiej naprawiony lub wymieniony. Również połączenia po-

szczególnych rur przeciwprądowych są znacznie lepiej dostępne niż w przypadku dotychczas znanych pieców, umieszczone są prócz tego poniżej pieca i są dobrze chronione przed działaniem 5 wpływów atmosferycznych. Piece według wynalazku nadają się z tego względu szczególnie dobrze do instalowania na wolnym powietrzu. Dzięki braku jakichkolwiek przeprowadzeń przewodów przez pokrywę pieca jest ona w znacznie prostszy sposób 10 odpowiednio mocno wykonana, a jej wymiary są mniejsze, ponieważ nie dźwiga ona żadnych dodatkowych elementów, jak rury lub palnik.

Oczywiście zasady konstrukcyjne według wynalazku, to znaczy ustawienie rur przeciwprądowych w pozycji stojącej mogą być stosowane również przy innych kształtach pieców niż to podano na rysunku, na przykład w przypadku pieców komorowych o sześciennych, lub podobnych komorach grzejnych.

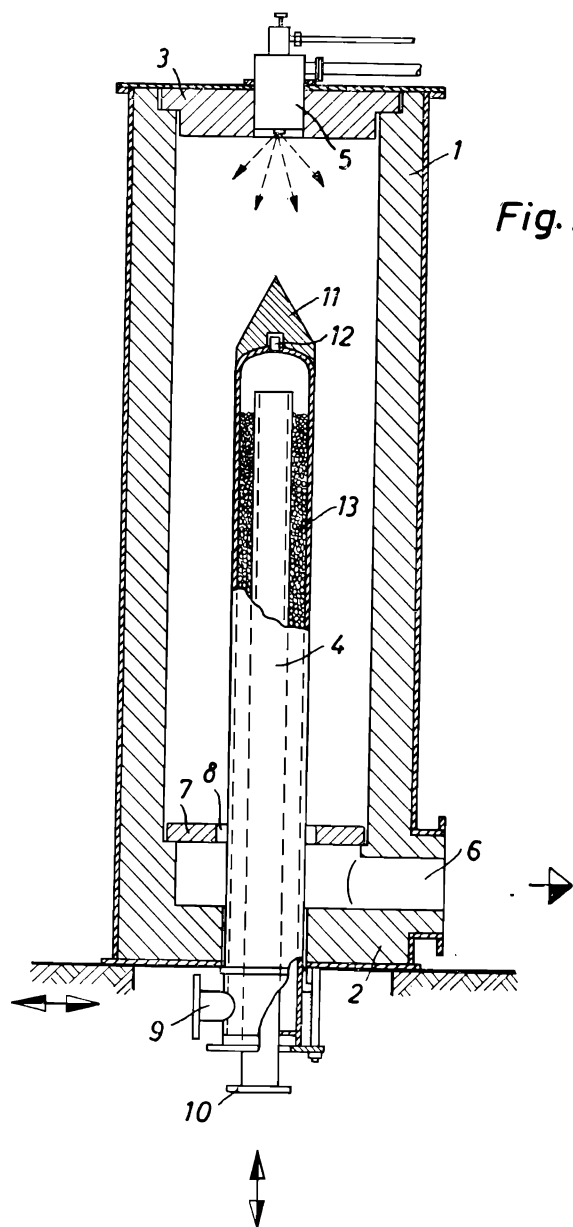
Zastrzeżenia patentowe

1. Piec rurowy do bezpośredniego ogrzewania gazów i cieczy wyposażony w pionowe jednostronnie zamocowane rury przeciwprądowe, 25 **znamienny tym**, że rury przeciwprądowe (4) są zamocowane tylko przy swych dolnych końcach, a ich górne końce wystają swobodnie do wnętrza komory ogniowej.
2. Piec rurowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każda rura przeciwprądowa (4) zamocowana jest do dna pieca (2) w sposób pozwalający na rozłączenie jej i wyciągnięcie z pieca w kierunku ku dołowi. 30
3. Piec rurowy według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że rury (4) są wykonane z materiału, który w danych warunkach ruchowych wykazuje znacznie wyższą wytrzymałość na ściskanie niż wytrzymałość na rozerwanie. 35
4. Piec rurowy według zastrz. 3, **znamienny tym**, że rury przeciwprądowe (4) są wykonane z materiałów ceramicznych lub szklistych, najlepiej z kwarcu. 40
5. Piec rurowy według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że palniki (5) są usytuowane powyżej wolnych końców rur przeciwprądowych (4) dzięki czemu strumień gazu grzejnego jest kierowany od wolnych końców rur przeciwprądowych (4) 45 w kierunku ich zamocowanych końców.
6. Piec rurowy według zastrz. 5, **znamienny tym**, że pomiędzy główną komorą paleniskową i wylotem (6) gazów spalinowych, nieco przed umocowanym końcem rury przeciwprądowej (4) jest umieszczona ścianka działowa (7) z tego samego rodzaju otworami, że pomiędzy każdą rurą przeciwprądową (4) i ścianką działową (7) 50 znajduje się pierścieniowy otwór (8) dla przejścia gazów spalinowych w kierunku ich wylotu (6).
7. Piec rurowy według zastrz. 5 i 6, **znamienny tym**, że rury przeciwprądowe (4) są rozmieszczone mniej więcej równomiernie na całym przekroju poprzecznym pieca, a przed wolnymi 55 końcami rur przeciwprądowych (4) znajdu-

je się wolna komora paleniskowa (14) ogrzewana cyklonowo palnikiem (5) wchodzącym do jej wnętrza mniej więcej stycznie do ścian bocznych.

8. Piec rurowy według zastrz. 1, **znamienny tym,** 5

że na wolnych końcach rur przeciwprądowych (4) jest umieszczona najlepiej łatwo wymieniana pokrywa, chroniąca przed gazami grzejnymi i/lub kierująca te gazy.



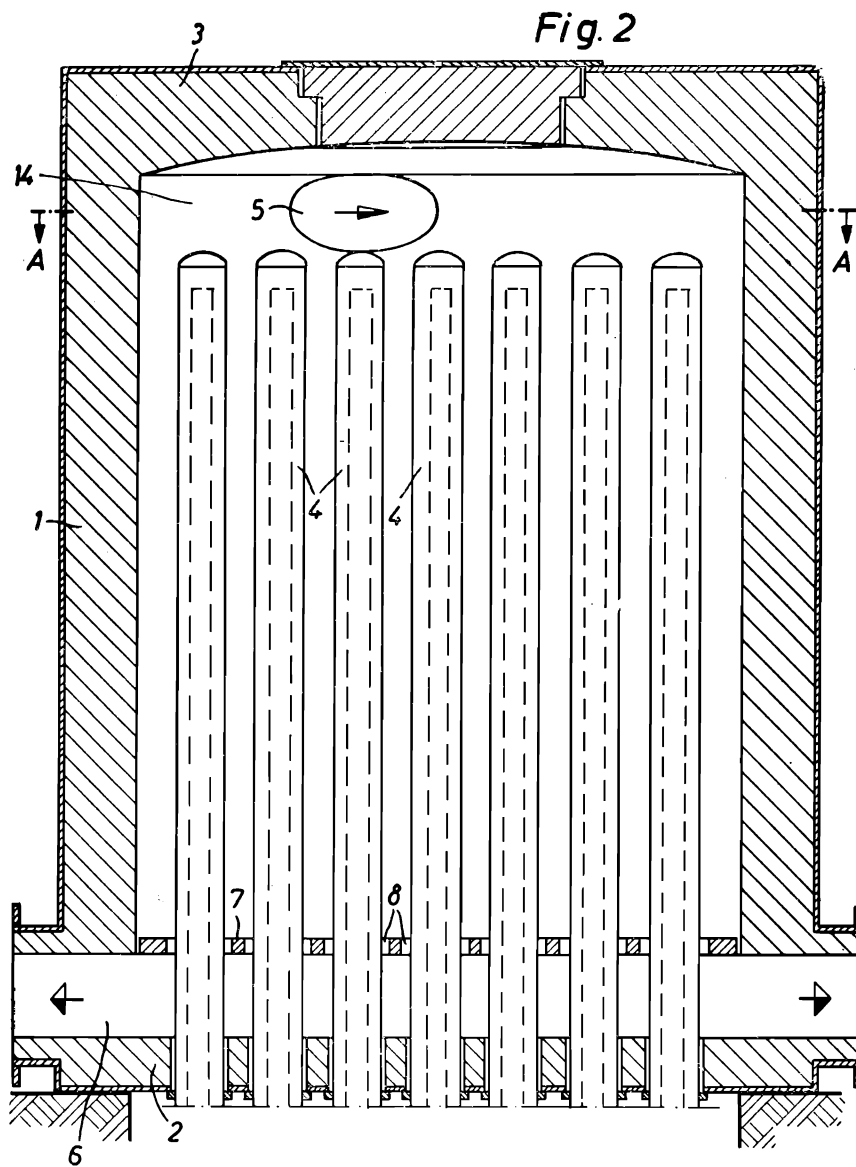
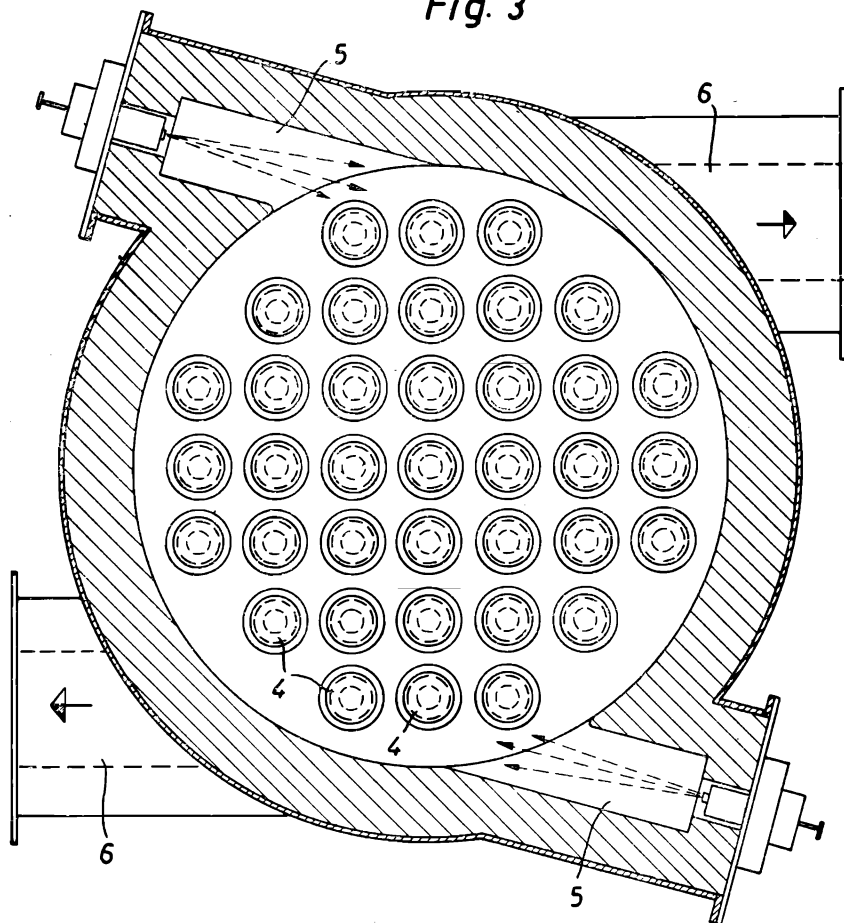


Fig. 3



BIBLIOTEKA
Urzędu Patentowego
Państwa Rzeczypospolitej Ludowej